

Device and a process for monitoring the state of charge of a battery

Publication number: DE19725204

Publication date: 1999-04-08

Inventor: KLUETZ SIEGFRIED (DE); FAUST BENEDIKT (DE)

Applicant: MEGAMOS F & G SICHERHEIT (DE)

Classification:

- international: **G01R31/36; G01R31/36**; (IPC1-7): G01R31/36; H01M10/44

- european: G01R31/36M3; G01R31/36V1C1

Application number: DE19971025204 19970614

Priority number(s): DE19971025204 19970614

Also published as:

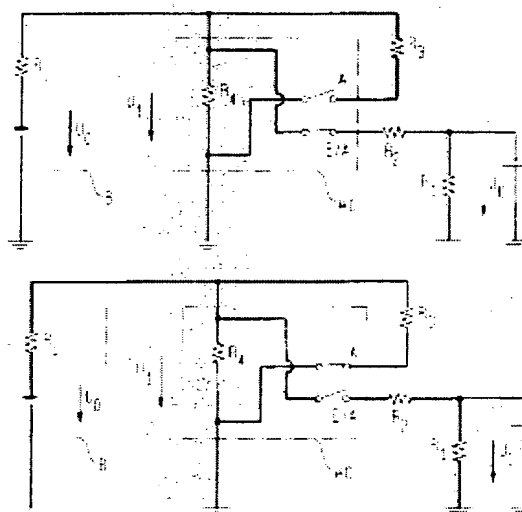
EP0884600 (A2)
US6191590 (B1)
EP0884600 (A3)
BR9802377 (A)
EP0884600 (B1)

Report a data error here

Abstract not available for DE19725204

Abstract of corresponding document: **US6191590**

A device and method for determining the state of charge of a battery includes a microprocessor-controlled arithmetic unit connected in parallel to the terminal voltage of the battery. The arithmetic unit is selectively connectable with an ohmic reference resistance placed in parallel with a load resistance which is arranged in series with the battery, and with a capacitor chargeable or dischargeable via the arithmetic unit. The arithmetic unit is further capable of acquiring a value of the voltage drop across the capacitor. The arithmetic unit is operable in a first operating state in which it is disconnected from the reference resistance, and a second operating state in which the arithmetic unit is connected with the resistance. After the capacitor is charged to the terminal voltage of the battery, it is allowed to discharge. With the arithmetic unit in the first operating state, a first point in time marked by the voltage across the capacitor reaching a first threshold value is registered. In the second operating state, with the reference resistor connected to the arithmetic unit, a second point in time indicated by the voltage across the capacitor reaching a second threshold value is registered. The time difference between reaching the two threshold values represents a measured value proportional to the internal resistance, which in turn directly relates to the residual capacity of the battery.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 197 25 204.4-35
22 Anmeldetag: 14. 6. 97
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 8. 4. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
f + g megamos Sicherheitselektronik GmbH, 51674
Wiehl, DE

74 Vertreter:
Cohausz & Florack, 40472 Düsseldorf

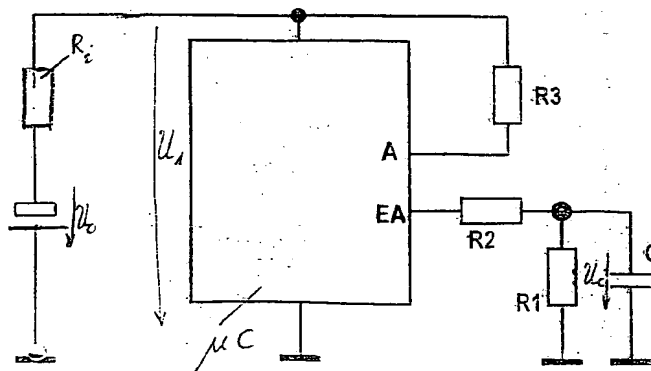
72 Erfinder:
Klütz, Siegfried, 51766 Engelskirchen, DE; Faust,
Benedikt, 56637 Plaidt, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 34 07 409 C2
DE 44 18 194 A1
DE 38 18 034 A1
EP 05 44 121 A1

54 Vorrichtung und Verfahren zur Überwachung des Ladezustands einer Batterie

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes einer Batterie, insbesondere einer Lithiumbatterie für Schlüsselsender oder Fernbedienungen in automotiven Anwendungen, mit Meßmitteln für die Klemmspannung (U_1) und mit Mitteln zur Berechnung des Innenwiderstandes (R_i) der Batterie sowie mit weiteren Mitteln zur Feststellung des Ladezustandes der Batterie aus den gemessenen Größen (U_1 , R_i). Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß parallel zu der Klemmspannung (U_1) eine zu der Klemmspannung (U_1) eine mikroprozessorgesteuerte Recheneinheit (μC) geschaltet ist, an die ein Ohmscher Widerstand (R_3) und eine über die Recheneinheit (μC) auf bzw. entladbare Kapazität (C) anschließbar sind und daß der Recheneinheit Meß- und Auswertemittel zur Erfassung der an der Kapazität (C) abfallenden Spannung (U_c) zugeordnet sind, derart, daß in einem ersten Betriebszustand der Recheneinheit (μC) bei nicht angeschlossenem Widerstand (R_3) ein erster, sich aus der im ersten Betriebszustand gültigen Entladezeit der Kapazität (C) ergebender Zeitpunkt des Erreichens einer ersten Schwellenspannung (U_{s1}) registriert wird, daß in einem zweiten Betriebszustand der Recheneinheit bei angeschlossenem Widerstand (R_3) ein zweiter, sich aus der im zweiten Betriebszustand gültigen Entladezeit der Kapazität (C) ergebender Zeitpunkt des Erreichens einer zweiten Schwellenspannung (U_{s2}) registriert wird und daß die zeitliche Differenz ...



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Überwachung der Kapazität einer Batterie, insbesondere in Schlüsselsendern oder Fernbedienungen in automotiven Anwendungen, mit Meßmitteln für die Klemmenspannung und mit Mitteln zur Berechnung des Innenwiderstandes der Batterie sowie mit weiteren Mitteln zur Feststellung des Ladezustandes der Batterie aus den gemessenen Größen.

Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist aus der DE-OS 44 18 194 bekannt. Es handelt sich um ein System zum Bestimmen der Kapazität einer aufladbaren Speicherbatterie eines Automobils, insbesondere zur Bestimmung der Restkapazität (Ladezustand) einer solchen Batterie. Es ist aus dieser Druckschrift bekannt, daß die Batterierestkapazität eine Funktion der Elektrolytdichte ist und die Elektrolytdichte mit dem Innenwiderstand der Batterie und mit dem Entladungsstrom von der Batterie korreliert ist. Hierbei wird der Innenwiderstand der Batterie berechnet durch Erfassung der Klemmenspannung in einem unterbrochenen Zustand, bei dem die Verbindungen zu allen elektrischen Verbrauchern unterbrochen sind, und einer davon unterschiedlichen Klemmenspannung in einem selektiv verbundenen Zustand, bei dem eine Verbindung nur zu einem elektrischen Verbraucher hergestellt ist, sowie aus dem Entladungsstrom in diesem verbundenen Zustand. Die Erfassung der Batterierestkapazität erfolgt anschließend bei der aktuellen Temperaturbedingung im Zusammenhang mit einer Tabelle, die den Zusammenhang zwischen Batterierestkapazität, Entladungsstrom und Innenwiderstand darstellt.

Dieses Verfahren ist aufwendig, weil hierzu in mehreren Schritten Berechnungen durchgeführt werden müssen und darüber hinaus das Abschalten der Batterie von allen Verbrauchern bzw. selektiv von einzelnen Verbrauchern einen erheblichen Schaltvorgang hervorruft.

Daneben ist aus der DE-PS 34 07 409 ein Prüfverfahren für Batterien bekannt, bei dem deren Innenwiderstand gemessen wird und aus dem Vergleich mit einer mit dem Prüfling typgleichen Gleichstromquelle eines festgelegten Ladezustandes der Ladezustand des Prüflings ermittelt wird. Dieses Verfahren ist aufwendig, weil eine zweite Bezugsbatterie ständig vorgehalten werden muß.

Schließlich ist aus der DE-OS-38 18 034 ein Meßgerät bekannt, welches den Innenwiderstand von Batterien direkt anzeigt. Die Messung erfolgt über eine frequenzbandbegrenzte Verstärkerstufe durch Beaufschlagung der Batterie als Prüfobjekt mit einer Wechselstromquelle.

Andererseits sind aus der Praxis Verfahren bekannt, die Restkapazität einer Batterie durch Überwachung der Klemmenspannung an der Batterie vorzunehmen, da die Spannung einer typischen Lithium-Zelle bei einer konstanten Belastung zum Ende der Lebensdauer hin progressiv abnimmt. Findet eine Belastung einer Lithium-Zelle jedoch nur gelegentlich statt, wie es beispielsweise bei einem Schlüsselsender der Fall ist, so nähert sich die Zellspannung stets wieder dem Gleichgewichtswert. In einem solchen Fall ist eine Methode zur Abschätzung der Batteriekapazität, die sich nur auf die Batteriespannung bezieht, nicht geeignet, da durch das zwischenzeitliche "Erholen" der Batterie eine voll geladene Batterie vorgetäuscht wird.

Ein weiterer Nachteil der reinen Spannungsmessung besteht in der starken Temperaturabhängigkeit des Spannungsverlaufs (Fig. 2), der durch die Nernstsche Gleichung beschrieben wird:

$$\varphi = \varphi_0 + (R \cdot T/z \cdot F) \cdot \ln (MWG)$$

Hier wird das Elektrodenpotential φ durch das entsprechende Standardelektrodenpotential φ_0 und einen weiteren Term vorgegeben, in den die absolute Temperatur T linear eingeht. Der zum Ende der Lebensdauer beobachtete Spannungseinbruch hängt also auch von der Temperatur ab und kann somit nur bedingt zur Kapazitätsabschätzung verwendet werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren zu entwickeln, die es erlauben, eine zuverlässige Auskunft über die verfügbare Zellkapazität (Ladezustand) zu geben, wobei insbesondere die Kapazität auch bei nur gelegentlichen Belastungen einer Zelle korrekt bestimmt werden soll. Zudem soll eine Temperaturabhängigkeit des Meßergebnisses weitgehend vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß parallel zu der Klemmenspannung eine mikroprozessorgesteuerte Recheneinheit geschaltet ist, an die ein Ohmscher Widerstand und eine über die Recheneinheit auf- bzw. entladbare Kapazität anschließbar sind und daß der Recheneinheit Meß- und Auswertemittel zur Erfassung der an der Kapazität abfallenden Spannung zugeordnet sind derart, daß in einem ersten Betriebszustand der Recheneinheit bei nicht angeschlossenem Widerstand ein erster, sich aus der im ersten Betriebszustand gültigen Entladezeit der Kapazität ergebender Zeitpunkt des Erreichens einer ersten Schwellenspannung registriert wird, daß in einem zweiten Betriebszustand der Recheneinheit bei angeschlossenem Widerstand ein zweiter, sich aus der im zweiten Betriebszustand gültigen Entladezeit der Kapazität ergebender Zeitpunkt des Erreichens einer zweiten Schwellenspannung registriert wird und daß die zeitliche Differenz zwischen den Zeitpunkten des Erreichens der beiden Schwellenspannungswerte auf der Kennlinie der an der Kapazität abfallenden Spannung in der Recheneinheit als dem Innenwiderstand proportionale Meßgröße berechenbar und abspeicherbar ist.

Gemäß dem verfahrensmäßigen Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß zur Bestimmung einer dem Innenwiderstand proportionale Meßgröße mittels einer parallel zur Klemmenspannung geschalteten Recheneinheit mit einem zuschaltbaren Ohmschen Widerstand und einer externen Kapazität die an der Kapazität abfallende Spannung derart ausgewertet wird, daß in einem ersten Betriebszustand der Recheneinheit bei nicht angeschlossenem Widerstand ein erster, sich aus der im ersten Betriebszustand gültigen Entladezeit der Kapazität ergebender Zeitpunkt des Erreichens einer ersten Schwellenspannung registriert wird, daß in einem zweiten Betriebszustand der Recheneinheit bei angeschlossenem Widerstand ein zweiter, sich aus der im zweiten Betriebszustand gültigen Entladezeit der Kapazität ergebender Zeitpunkt des Erreichens einer zweiten Schwellenspannung registriert wird und daß die zeitliche Differenz zwischen den Zeitpunkten des Erreichens der beiden Schwellenspannungswerte auf der Kennlinie der an der Kapazität abfallenden Spannung in der Recheneinheit als dem Innenwiderstand proportionale Meßgröße berechenbar und abspei-

cherbar ist.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, daß die Vorrichtung bzw. das Verfahren unabhängig davon sind, ob an der Batterie eine konstante Belastung anliegt, oder aber nur gelegentliche Belastungen stattfinden, da der Innenwiderstand (Zellwiderstand), der erfindungsgemäß bestimmt wird, unabhängig ist von der Art und Weise der erfolgten Belastung. Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt in der weitgehenden Temperaturunabhängigkeit des inneren Widerstandes der Batterie. Schließlich sind durch die Bestimmung des inneren Widerstandes der Batterie unter Zuhilfenahme eines Referenzwiderstandes die Kosten niedriger, als bei einer Bestimmung des inneren Widerstandes unter Zuhilfenahme einer Referenzspannung oder eines Referenzstroms.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht die Lade-/Entladeschaltung bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung aus einer Parallelschaltung eines Widerstandes und eines Kondensators, wobei die Entladung des Kondensators über diesen Widerstand erfolgt.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß der Ladevorrichtung ein weiterer Widerstand vorgeschaltet ist, mit dem der Strom beim Aufladen der Ladevorrichtung begrenzt wird.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung wird im folgenden ein Ausführungsbeispiel anhand von Zeichnungen beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Prinzips,

Fig. 2 ein Blockschaltbild gemäß Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

Fig. 3 den Spannungsverlauf U_c an der Kapazität C gemäß der bevorzugten Ausführungsform in Fig. 2.

In Fig. 1 ist eine Batterie B durch ein Ersatzschaltbild aus einer idealen Spannungsquelle U_0 und einem in Reihe geschalteten Innenwiderstand R_i dargestellt. Außerhalb der Batterie B ist zur Kennzeichnung eines Verbrauchers ein Lastwiderstand R_4 mit der Batterie in Reihe geschaltet. Zusätzlich ist ein Referenzwiderstand R_3 über einen Schalter S_1 parallel zu dem Lastwiderstand R_4 zu- oder abgeschaltbar.

Ohne Referenzwiderstand R_3 wird an der Batterie B die Spannung U_1 gemessen. Sobald der Referenzwiderstand R_3 zugeschaltet wird, sinkt die Spannung von U_1 um ΔU_1 auf U_1' ab. Aus der folgenden Rechnung wird deutlich, daß der prozentuale Spannungseinbruch $\Delta U_1/U_1$ der Klemmenspannung bei Belastung mit dem Referenzwiderstand R_3 in etwa proportional zum Innenwiderstand R_i der Batterie ist, wenn vorausgesetzt wird, daß R_3 klein ist gegen den Lastwiderstand R_4 :

$$U_1 = U_0 * \frac{R_4}{R_i + R_4}$$

$$U_1' = U_0 * \frac{R_4 \parallel R_3}{R_i + (R_4 \parallel R_3)}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta U_1}{U_1} = R_i * \frac{R_4}{R_4 R_3 + R_4 R_i + R_3 R_i}$$

$$\Rightarrow R_i = R_3 * \frac{\Delta U_1}{U_1} * \frac{1}{1 - \frac{\Delta U_1}{U_1} - \frac{\Delta U_1}{U_1} * \frac{R_3}{R_4}}$$

$$\Rightarrow R_i \approx R_3 * \frac{\Delta U_1}{U_1} \quad \text{für} \quad \frac{\Delta U_1}{U_1} \ll 1, \quad R_3 \ll R_4 \quad (1)$$

Wird R_3 als fester Widerstand gewählt, so genügt für die Messung des Innenwiderstands R_i und damit für die Überwachung der Batteriekapazität die Bestimmung des Verhältnisses $\Delta U_1/U_1$.

Für die Bestimmung dieses Verhältnisses wird die Schaltung in Fig. 2 herangezogen, die die bevorzugte Ausführungsform gemäß der Erfindung darstellt.

Fig. 2 zeigt ebenfalls die Batterie B als Reihenschaltung einer idealen Spannungsquelle U_0 und eines Innenwiderstands R_i , an deren Klemmenspannung ein Mikrocontroller μC angeschlossen ist. Weiterhin ist zwischen den Ein-/Ausgang des Mikrocontrollers EA und Erde eine Reihenschaltung eines Widerstandes R_2 und einer Parallelschaltung eines weiteren Widerstandes R_1 mit einem Kondensator C gelegt. Schließlich ist in der Schaltung ein Referenzwiderstand R_3 mit der Klemmenspannung (U_1) der Batterie B und dem Eingang A des Mikrocontrollers M verbunden, wobei der Widerstand R_3 analog zur Betrachtung der Fig. 1 klein gegen die Parallelschaltung des (nicht dargestellten) Lastwiderstandes R_4 sein muß, damit Gleichung (1) weiterhin gilt. Der Mikrocontroller μC ist in der Lage, sowohl den Referenzwider-

stand R_3 als auch die Reihenschaltung von Widerstand R_2 mit der Parallelschaltung des Widerstandes R_1 mit dem Kondensator C mit der Klemmenspannung U_1 der Batterie zu verbinden bzw. diese Verbindung wieder zu unterbrechen.

Der Mikrocontroller arbeitet wie folgt: Der Mikrocontroller M bestimmt ständig eine Schaltschwelle von High nach Low, die der zu der Zeit vorhandenen Betriebsspannung der Batterie mit einem Faktor k ($k < 1$) proportional ist.

- 5 Zunächst wird der Ein-/Ausgang EA des Mikrocontrollers μC als Ausgang geschaltet, wodurch die Reihenschaltung von Widerstand R_2 und der Parallelschaltung des Widerstandes R_1 mit dem Kondensator C an der Klemmenspannung U_1 der Batterie anliegt und der Kondensator C sich, wie in Fig. 3 gezeigt, auflädt.

- 10 Sobald die Leerlaufspannung U_0 am Kondensator C anliegt (Plateau in Fig. 3), wird der Ein-/Ausgang EA des Mikrocontrollers wieder als Eingang geschaltet. Die Klemmenspannung der Batterie (B) liegt dadurch nicht mehr an der Reihenschaltung an und der Kondensator C entlädt sich über den Widerstand R_1 . Die Spannung U_c am Kondensator C sinkt also gemäß der in Fig. 3 gezeigten Exponentialfunktion ab.

- 15 Erreicht die Spannung am Kondensator C die Schaltschwelle U_{S1} ($= k \cdot U_1$), so wird dies vom Mikrocontroller μC registriert und im selben Moment der Zusatzlastwiderstand R_3 zugeschaltet. Infolge des Spannungseinbruchs an der Batterie sinkt dann auch die Schaltschwelle auf der Kennlinie in Fig. 3 um ΔU_S auf U_{S2} ($= k \cdot U_1'$), so daß ein zweiter Übergang erfolgen kann.

Die Zeit t_{drop} (siehe Fig. 3) vom ersten bis zum zweiten Übergang wird vom Mikrocontroller μC gemessen. Für diese Zeit gilt:

$$20 \quad U_{S2} = U_{S1} * e^{-\frac{t_{drop}}{R_1 * C}} \Rightarrow \ln\left(\frac{U_{S2}}{U_{S1}}\right) = -\frac{t_{drop}}{R_1 * C}$$

$$25 \quad t_{drop} = -R_1 * C * \ln\left(1 - \frac{\Delta U_S}{U_{S1}}\right) \quad \text{mit} \quad \Delta U_S = U_{S1} - U_{S2} \quad (2)$$

- 30 Der auftretende Logarithmus kann in eine Reihe entwickelt werden, es gilt:

$$\ln(1+x) = x - \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{4}x^4 + \dots \quad \text{für } -1 < x < 1$$

- 35 Vernachlässigt man Glieder höherer Ordnung als eins dieser Reihe, so erhält man unter der Voraussetzung eines verhältnismäßig kleinen Spannungseinbruchs:

$$40 \quad t_{drop} \approx R_1 * C * \frac{\Delta U_S}{U_{S1}} \quad (3)$$

Laut Annahme sind die Schwellenspannungen jeweils mit einem Faktor k ($k < 1$) proportional zur Betriebsspannung, also folgt:

$$45 \quad t_{drop} \approx R_1 * C * \frac{U_{S1} - U_{S2}}{U_{S1}} = R_1 * C * \frac{k * U_1 - k * U_2}{k * U_1} = R_1 * C * \frac{\Delta U_1}{U_1} \quad (4)$$

wobei sich der unbekannte Proportionalitätsfaktor k herauskürzt.

- 50 Somit wurde das benötigte Verhältnis $\Delta U_1/U_1$ bestimmt.

Insgesamt erhält man mit den Gleichungen (1) und (4) für den Innenwiderstand R_i der Batterie:

$$55 \quad R_i \approx t_{drop} * \frac{R_3}{R_1 * C} \quad (5)$$

Da die gemessene Zeit t_{drop} im Mikrocontroller als Zählergebnis vorliegt, ist mittels eines im Mikroprozessor vorgegebenen Vergleichers das Erkennen einer schwachen Batterie leicht durchzuführen, wenn der Meßwert t_{drop} mit einem Sollwert (Vorgabewert) verglichen wird.

60 Patentansprüche

- 65 1. Vorrichtung zur Bestimmung des Ladezustandes einer Batterie, insbesondere einer Lithiumbatterie für Schlüsselsender oder Fernbedienungen in automotiven Anwendungen, mit Meßmitteln für die Klemmenspannung (U_1) und mit Mitteln zur Berechnung des Innenwiderstandes (R_i) der Batterie (B) sowie mit weiteren Mitteln zur Feststellung des Ladezustandes der Batterie aus den gemessenen Größen (U_1 , R_i), **dadurch gekennzeichnet**, daß parallel zu der Klemmenspannung (U_1) eine mikroprozessorgesteuerte Recheneinheit (μC) geschaltet ist, an die ein Ohmscher Widerstand (R_3) und eine über die Recheneinheit (μC) auf- bzw. entladbare Kapazität (C) anschließbar

- sind und daß der Recheneinheit Meß- und Auswertemittel zur Erfassung der an der Kapazität (C) abfallenden Spannung (U_C) zugeordnet sind derart, daß in einem ersten Betriebszustand der Recheneinheit (μC) bei nicht angeschlossenen Widerstand (R_3) ein erster, sich aus der im ersten Betriebszustand gültigen Entladezeit der Kapazität (C) ergebender Zeitpunkt des Erreichens einer ersten Schwellenspannung (U_{S1}) registriert wird, daß in einem zweiten Betriebszustand der Recheneinheit bei angeschlossenem Widerstand (R_3) ein zweiter, sich aus der im zweiten Betriebszustand gültigen Entladezeit der Kapazität (C) ergebender Zeitpunkt des Erreichens einer zweiten Schwellenspannung (U_{S2}) registriert wird und daß die zeitliche Differenz (t_{drop}) zwischen den Zeitpunkten des Erreichens der beiden Schwellenspannungswerte (U_{S1} , U_{S2}) auf der Kennlinie der an der Kapazität (C) abfallenden Spannung (U_C) in der Recheneinheit als dem Innenwiderstand (R_i) proportionale Meßgröße berechenbar und abspeicherbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur externen Kapazität (C) ein weiterer Widerstand (R_1) geschaltet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Begrenzung des Aufladestromes ein zwischen Recheneinheit (μC) und Kapazität (C) geschalteter Widerstand (R_2) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinheit (μC) eine Vergleichereinheit enthält, in der ein vorgegebener Sollwert für die zeitliche Differenz zwischen dem Auftreten der beiden Schwellenspannungswerte (U_{S1} , U_{S2}) abspeicherbar ist, welcher mit dem gemessenen zeitlichen Differenzwert (t_{drop}) derart verglichen wird, daß, falls der gemessene Wert den Sollwert überschreitet, auf einen unzulässigen Restladezustand geschlossen wird.
5. Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes einer Batterie, insbesondere einer Lithiumbatterie für Schlüsselsender oder Fernbedienungen in automotiven Anwendungen, bei dem sowohl die Klemmenspannung (U_1) der Batterie als auch deren Innenwiderstand (R_i) gemessen und zur Ermittlung des Ladezustandes aus den gemessenen Größen (U_1 , R_i) ein Bezugswert ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung einer dem Innenwiderstand (R_i) proportionalen Meßgröße mittels einer parallel zur Klemmenspannung (U_1) geschalteten Recheneinheit mit einem zuschaltbaren Ohmschen Widerstand (R_3) und einer externen Kapazität (C) die an der Kapazität (C) abfallende Spannung derart ausgewertet wird, daß in einem ersten Betriebszustand der Recheneinheit (μC) bei nicht angeschlossenem Widerstand (R_3) ein erster, sich aus der im ersten Betriebszustand gültigen Entladezeit der Kapazität (C) ergebender Zeitpunkt des Erreichens einer ersten Schwellenspannung (U_{S1}) registriert wird, daß in einem zweiten Betriebszustand der Recheneinheit bei angeschlossenem Widerstand (R_3) ein zweiter, sich aus der im zweiten Betriebszustand gültigen Entladezeit der Kapazität (C) ergebender Zeitpunkt des Erreichens einer zweiten Schwellenspannung (U_{S2}) registriert wird und daß die zeitliche Differenz (t_{drop}) zwischen den Zeitpunkten des Erreichens der beiden Schwellenspannungswerte (U_{S1} , U_{S2}) auf der Kennlinie der an der Kapazität (C) abfallenden Spannung (U_C) in der Recheneinheit als dem Innenwiderstand (R_i) proportionale Meßgröße berechenbar und abspeicherbar ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuschaltung des externen Widerstandes (R_3) zeitgleich mit dem Erreichen des ersten Schwellenspannungswertes (U_{S1}) erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikrocontroller (μC)
- 1) in einem ersten Schritt an die Parallelschaltung eines weiteren Widerstandes (R_1) und eines Kondensators mit der Kapazität (C) die Spannung (U_1) der zu überwachenden Batterie (B) anlegt, so daß sich der Kondensator (C) auflädt,
 - 2) in einem zweiten Schritt die Parallelschaltung des Widerstandes (R_1) und des Kondensators (C) wieder von der Batteriespannung (U_1) abschaltet, wodurch sich der Kondensator über (R_1) wieder entlädt,
 - 3) in einem dritten Schritt eine Schwellenspannung (U_{S1}) entsprechend der am Kondensator (C) anliegenden Spannung (U_C) bestimmt,
 - 4) in einem vierten Schritt den Zeitpunkt bestimmt, bei dem die Spannung am Kondensator C die Schwellenspannung (U_{S1}) unterschreitet, diesen Zeitpunkt speichert und gleichzeitig zusätzlich einen Referenzwiderstand (R_3) an die Batteriespannung (U_1) legt,
 - 5) in einem fünften Schritt eine zweite Schwellenspannung (U_{S2}), entsprechend der dann am Kondensator (C) anliegenden Spannung (U_C) bestimmt,
 - 6) in einem sechsten Schritt den Zeitpunkt bestimmt, bei dem die Spannung am Kondensator (C) die zweite Schwellenspannung (U_{S2}) unterschreitet, und
 - 7) in einem siebten Schritt aus der Differenz (t_{drop}) des ersten und des zweiten Zeitpunktes, bei dem der erste und der zweite Schwellenwert unterschritten wurden, aus dem Ohmschen Widerstand (R_3), dem weiteren Widerstand (R_1) und der Kapazität (C) den Innenwiderstand (R_i) der Batterie bestimmt aus dem Zusammenhang:

$$R_i = t_{drop} \cdot R_3 / (R_1 \cdot C).$$

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

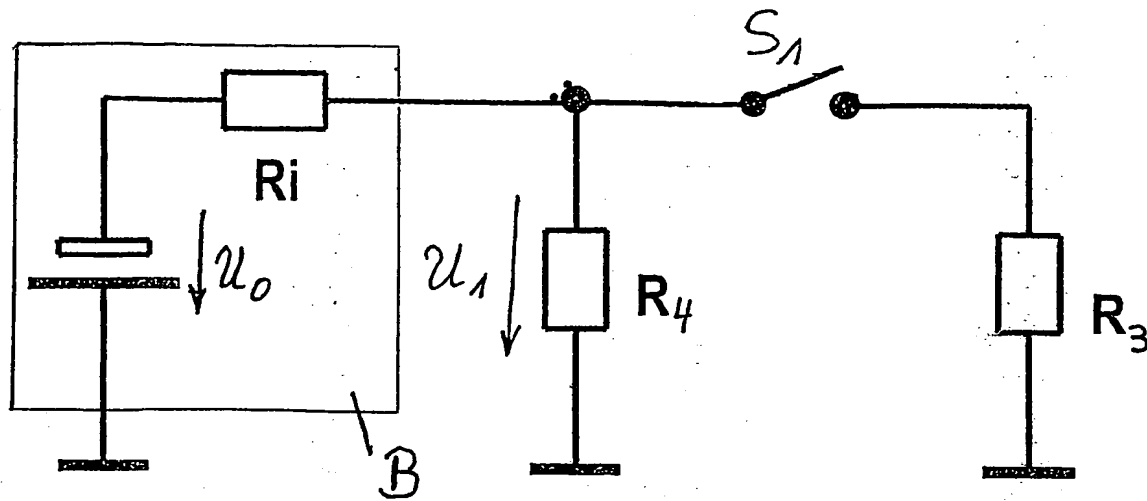


Fig. 1

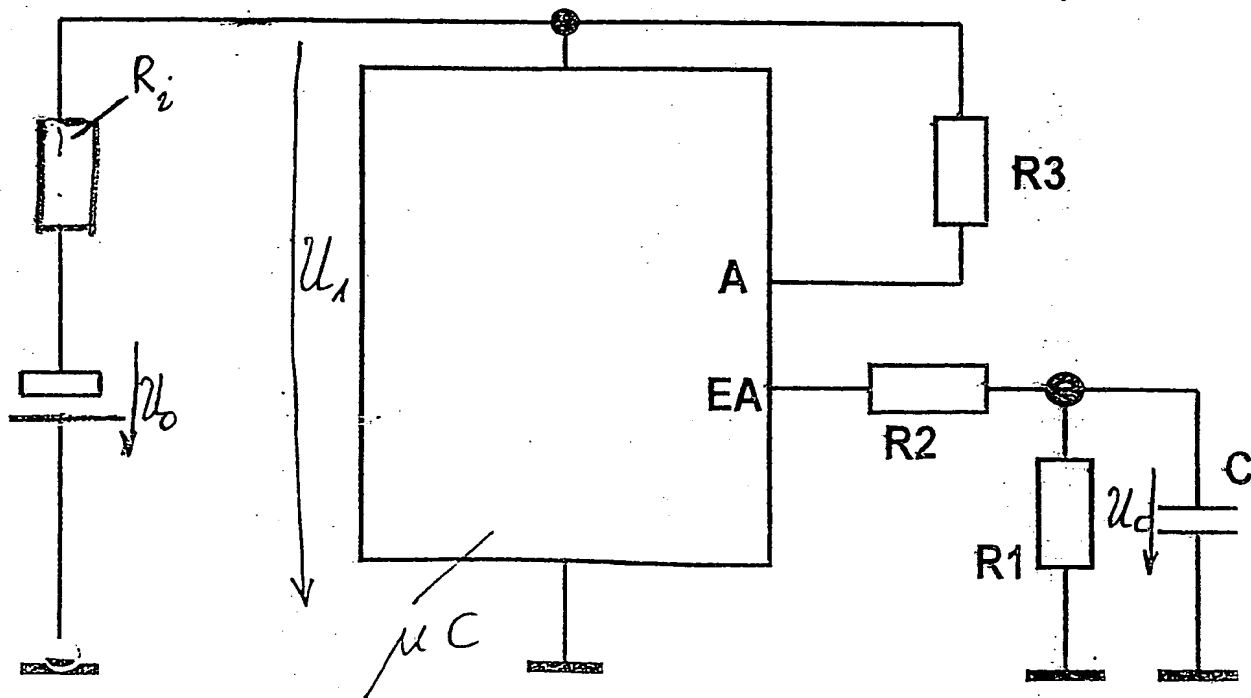


Fig. 2

